

ラーメン高架橋における 高流動コンクリートの施工実績

深尾洋二¹・飯田和弘²

¹正会員 鹿島建設株式会社 北海道支店（〒060-0003 北海道札幌市中央区北三条西3丁目）

²非会員 鹿島建設株式会社 北海道支店（〒060-0003 北海道札幌市中央区北三条西3丁目）

コンクリート構造物の施工では、コンクリートの充填性を確保することが極めて重要である。しかしながら、耐震性能の向上などによる鋼材量の増加は、コンクリートの充填性を確保する上で施工の難易度を増大させ、初期欠陥発生リスクも高めている。

筆者らは、SRC構造物及び高密度配筋RC構造物の施工において、コンクリート充填を確実にするために高流動コンクリートを用いて施工した。これらの実績を報告する。

キーワード： 鉄道高架，SRC構造，高密度配筋，高流動コンクリート，異種配合コンクリート打重ね

1. はじめに

当工事は、JR旭川駅周辺鉄道高架事業に基づき行われている工事の一部である。この事業は1996年に採択された「北彩都あさひかわ」整備計画のうち、1998～2011年を事業期間として、旭川駅及びその前後約3.5kmの鉄道を高架化するものである。

旭川市は、そのほぼ中央に位置するJR旭川駅と河川により市街地が分断されている。鉄道の市街地全面高架化は旭川市の悲願である。

総延長約3.5kmの鉄道高架工事は、17工区に分割されている。このうち筆者らは、2004年度より駅中心部の西側（札幌側）に位置する昭和橋通工区で、工事を行っている。

当工区は総延長約300mのRC、SRC及びPC構造物により構成される。当工事の特徴は、①駅向かう拡幅部になるため構造物の形状が複雑である、②現場の両側を営業線（函館本線及び富良野線）にはさまれており、建築限界ぎりぎりに構造物を施工する、③一部に駅舎大型屋根の荷重を受け持つ部分がある、ことである。

このなかで、2007年度にはラーメン高架橋3基の上部工（梁・スラブ）を施工した。そのうち1基は一部がSRC構造であり、2基は高密度配筋のRC構造であった。

これらの施工において、コンクリート充填を確実に

にするために高流動コンクリートを適用したので、主にその実績を報告する。

2. 工事概要

(1) 設計条件

線 名：函館本線
列車の最高速度：130km/h
設計耐用年数：100年

(2) 当工区の工事概要

工 事 名：旭川高架昭和橋通工区工事
企 業 者：北海道旅客鉄道(株)
施 工 者：鹿島・鉄建共同企業体
工事場所：旭川市宮前通西 旧JR旭川運転所構内
工 期：2004(H16).11.5～2008(H20).9.5
主要工事数量：

ラーメン高架橋（RC構造）	3基
〃（SRC構造）	1基
単T桁	4連
昭和橋通架道橋	
三径間連続PC箱桁	3連
壁式橋脚	12基
PC4主T形桁	1式

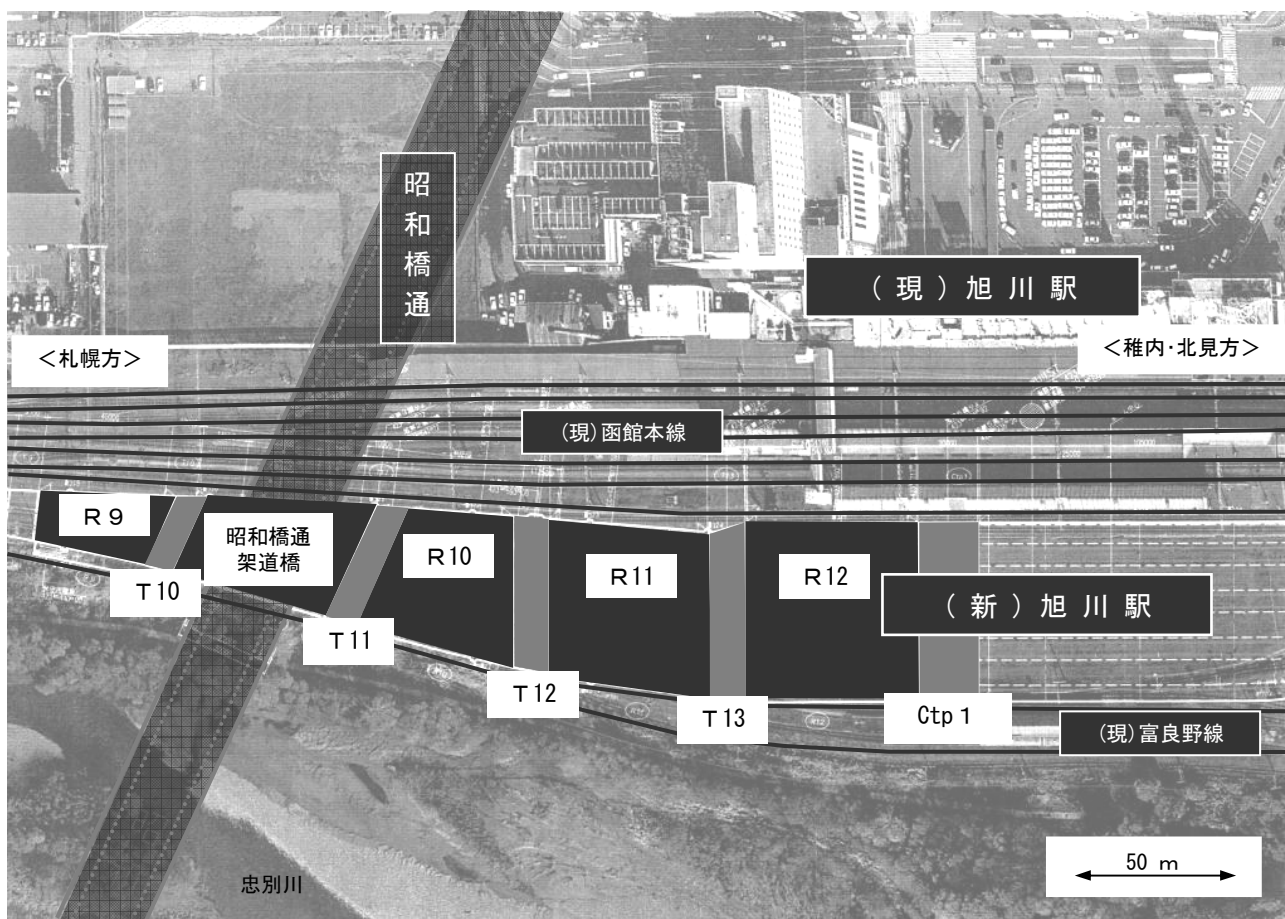


図-1 工事場所全体平面図

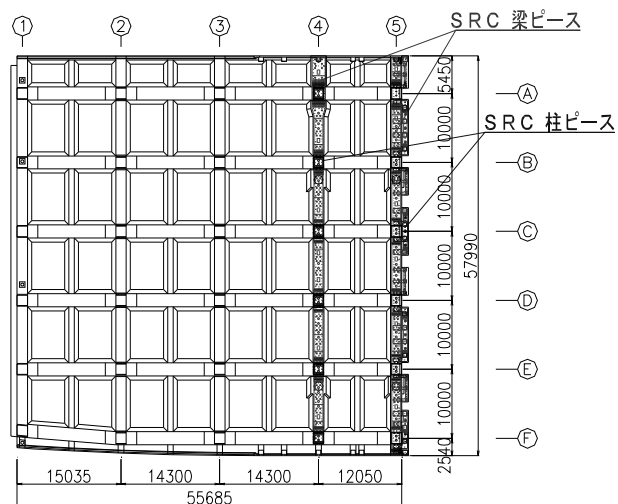


図-2 SRC部構造図（平面図）

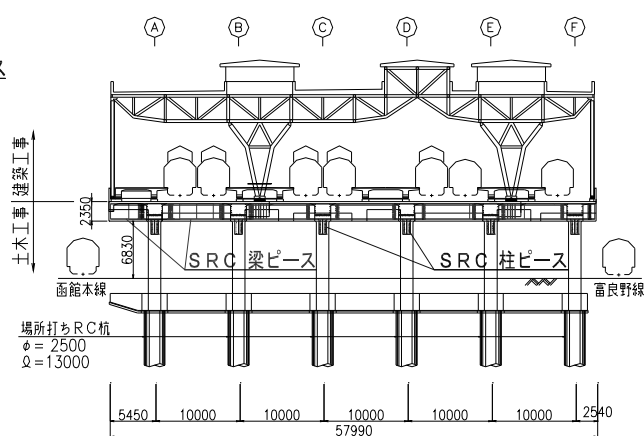


図-3 SRC部構造図（⑤横断面図）

3. SRC部の施工実績

(1) 駅部の概要

新設する旭川駅はSRC構造のラーメン高架橋か

ら構成される。このうち、当工区で施工したラーメン高架橋R12を図-2, 3に示す。

これは、梁部が駅舎（大型屋根）の荷重を受け持つため、以下の特徴がある。

表-1 SRC部鉄骨重量（単位：t）

通り	梁	柱	梁	柱	梁	柱
	XA	A	AB	B	BC	C
④	4.3	6.5	7.2	4.9	6.5	3.4
⑤	6.5	9.3	9.1	5.8	6.1	6.6

通り	梁	柱	梁	柱	梁	柱	治具 ほか	計
	CD	D	DE	E	EF	F		
④	3.3	2.7	3.9	4.3	5.5	2.3	9.1	64.0
⑤	5.6	5.3	6.7	6.0	8.2	6.4	7.6	89.1

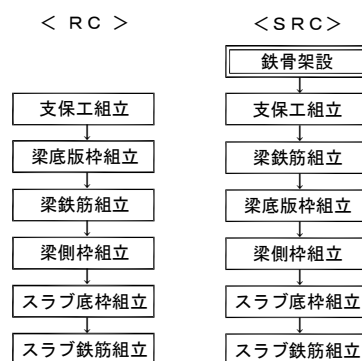


図-4 施工フローの比較



写真-1 R12 鉄骨架設状況



写真-2 SRC部鉄筋・型枠組立状況

- ① 駅部以外のラーメン高架橋に比べ、部材寸法が大きい。

駅部(R12) : 柱 1.5m×1.5m

梁 2.2m×1.7m

駅部以外(R11) : 柱 1.2m×1.2m

梁 1.1m×1.3m

- ② 大型屋根の基礎となる④及び⑤通りの梁はSRC構造となっている。

(2) SRC部の施工

a) 鉄骨製作・架設

鉄骨は工場で製作し、各ピースを架設日ごとに運搬した。各ピースの重量を表-1に、架設状況を写真-1に示す。

架設には160t吊級トラッククレーンを用い、レバブロックなどで仮固定の後、柱部分にコンクリートを打設して本固定とした。

b) 鉄筋・型枠工

RC及びSRC構造のラーメン高架橋における、鉄筋・型枠組立作業の施工フローを図-4に示す。ま

た写真-2は、鉄骨周辺の鉄筋組立が完了した状況である。

(3) コンクリート工

a) 配合

複雑な形状のSRC部でコンクリート充填を確実にするためには、高流動コンクリートの使用が有効である。しかし本工事では、スラブ天端に1～5%程度の排水勾配を設ける設計であり、高流動コンクリートでこの勾配は施工できない。よって図-5のように、梁部は高流動コンクリートを、スラブ部（厚さ250mm）は普通コンクリートを用いることとした。表-2、3にそれぞれの配合を示す。設計基準強度はともに30N/mm²である。

コンクリートの打継目は一体性を確実にするため、高流動コンクリートの表面には遅延材を散布し、翌日ハイウオッシャーにてレイタンス処理した。

また、上層のスラブ部の打設が、下層の梁部の硬化後になることから、スラブは梁に拘束されてクラックが入ることが懸念されたため、スラブにはひび

表-2 高流動コンクリートの示方配合

粗骨材の 最大寸法	スランブ フロー	水結合材 比 W/(C+F)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
					水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材 G		混和剤 A	
					W	C	F	s	25mm ~5mm	15mm ~5mm	①	②
15	70±5.0	35.0	4.5±1.5	54.5	175	370	130	865	—	818	9.81	0.123

混和材 F : 石灰石微粉末
 混和剤 A ① : 高性能AE減水剤「レド」SP8S
 " A ② : 増粘剤SFCA2000

表-3 普通コンクリートの示方配合

粗骨材の 最大寸法	スランブ	水セメント 比 W/C	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
					水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材 G		混和剤 A	
					W	C	F	s	25mm ~5mm	15mm ~5mm	①	②
25	15±2.5	49.3	4.5±1.5	45.3	151	306	—	826	1002	—	1.99	—

混和剤 A ① : 高性能AE減水剤「レックス-パ」100PHX

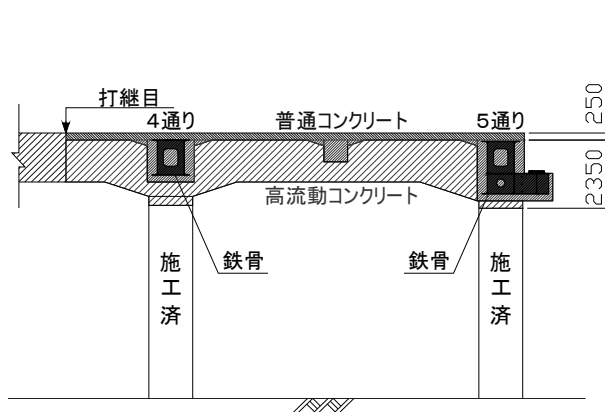


図-5 高流動コンクリートの適用部位

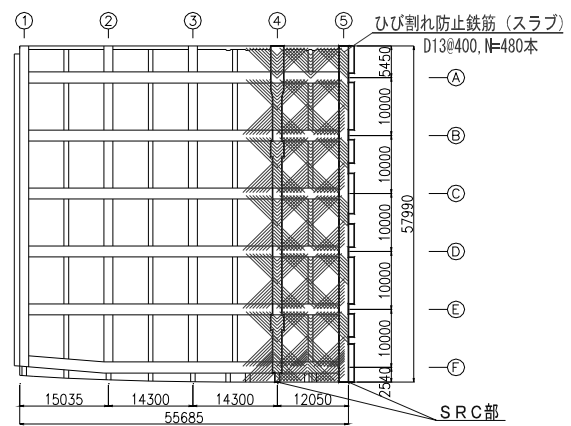


図-6 ひび割れ防止鉄筋の配置

割れ防止鉄筋を配置した（図-6 参照）。

b) 打設

SRC部の高流動コンクリート打設において、以下のようなトラブル防止策を施し、それぞれ好結果を得た。

① 流動距離

高流動コンクリート施工指針（土木学会）¹⁾によると、高流動コンクリートの最大流動距離は8mとされている。今回は、材料分離防止のため流動距離を3m以内として打設孔を設け、適時移動しながら打設した。

② 打込み面までの落下高さ

前述の指針¹⁾によると、高流動コンクリートの

自由落下の最大高さは5m以内とされている。今回の最大高さは2.35mであるが、材料分離防止のため鉄骨開口部上の鉄筋を手動ジャッキで広げて、可能な限り筒先を打設面に近づけて施工した。

③ 打重ね時間間隔

使用した生コンプラントの供給能力は、普通コンクリート80m³/h、高流動コンクリート40m³/hである。高流動コンクリートの供給能力が低いため、コンクリートの打重ね時間間隔が大きくなることが想定された。このため、事前に図-7に示すコンクリートの経時変化試験を行った。これにより、練混ぜ後120分以内においても、所定の流動性を有していることを事前に確認した。

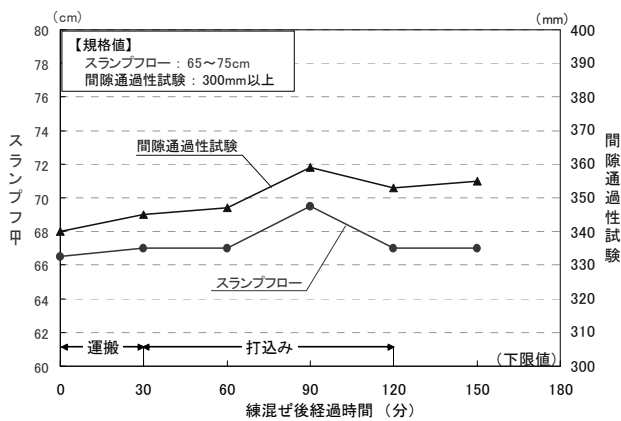


図-7 高流動コンクリート経時変化試験

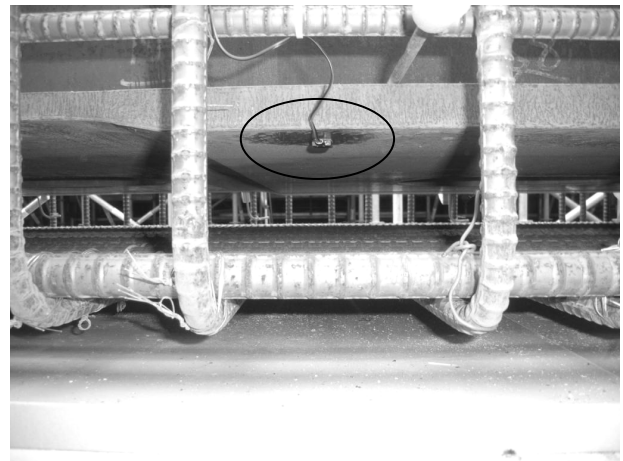


写真-5 充填検知器



写真-3, 4 高流動コンクリート打設状況

④ 型枠表面の気泡除去

打設中は写真-3 に示すように、型枠内を塩ビパイプ（φ20）で突き、側面の気泡除去を行った。同時に、打設高さが高く目視が困難な部分（梁の底部など）や、打継ぎ目などの充填性を向上させた。

⑤ コンクリートの充填性確認

鉄骨フランジの下面には写真-5 に示すように、



写真-6 SRC部施工後外観

コンクリート充填検知器を取付け、充填状況を確認しながら打設を行った。これは、検知部（振動デバイス）で検知した周波数と電圧値から、その箇所が空気・水・コンクリートのいずれと接触しているかを識別することにより、充填状況を確認するものである。

c) 仕上り状況

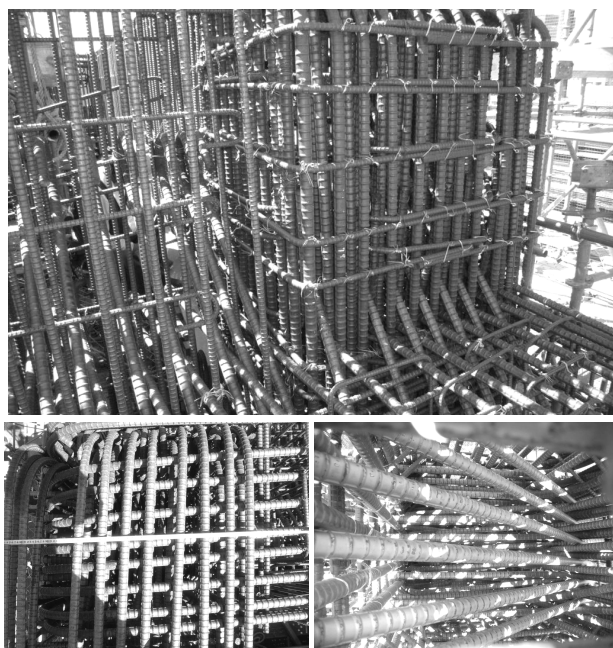
施工は、大きなトラブル無く完了することができた。鉄骨周辺では、高流動コンクリートを用いたことでコンクリートの充填を確保することができた。

コンクリート側面や打継目付近に気泡やジャンカが無かったことは、塩ビパイプを用いた気泡除去が有効であったと考えられる。

また写真-6 に示すように、高流動コンクリートと普通コンクリートの色合いに、目立った違いは無かった。

表-4 鉄筋量（単位：kg/m³）

部位	R10	R11
構造物全体	255	265
スラブ	160	157
梁	352	395
柱	329	325
地中梁	203	206
交差部（柱-梁）	400	419
交差部（柱-梁-支承）	593	601



（天端）

（内部）

写真-7 R11 高密度配筋部

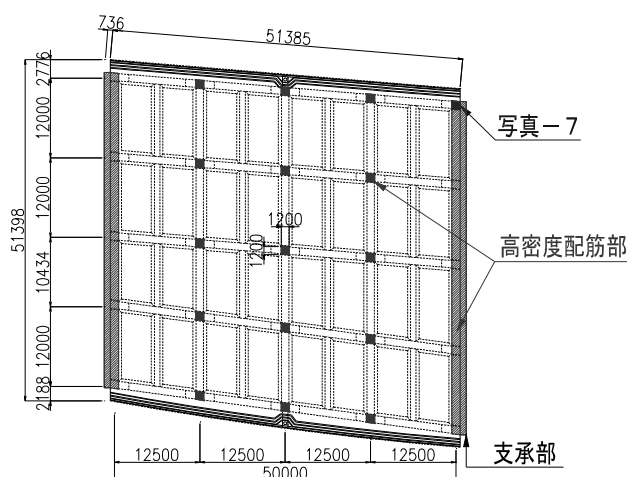


図-8 高密度配筋部構造図（R11）

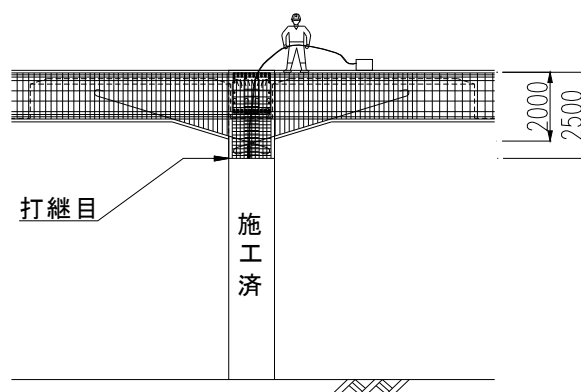


図-9 高密度配筋部打設状況

4. 高密度配筋部の施工実績

(1) 概要

ラーメン高架橋R10, R11は、前述のR12より起点側（札幌方）に位置する。これらは高架下利用の観点から上部構造の支間長が大きいと、各部位の断面力が高い。さらに、軌道が複線化する拡幅部になるため、構造が複雑である。それらによりR10, R11の柱と梁の交差部は、高密度配筋のRC構造物になっている。

(2) 高密度配筋部の構造

各構造物の鉄筋量を表-4に示す。このうち最も鉄筋量の多いR11終点側の一部を写真-7に、構造図を図-8に示す。また、図-9は高密度配筋部の打設状況である。設計図を確認した段階では、これらの箇所

には発注者の仕様（スランプ8cm）を承諾により変更（同15cm、高性能AE減水剤使用）して打設する計画であった。しかし、鉄筋組立の工程内で以下の不具合が予測された。

- ① 鉄筋間隔が著しく狭いため、打設時にホース筒先を挿入できない。このためコンクリート落下高さが大きくなり、材料分離が発生する。
- ② バイブレータを十分に挿入することもできないため、締固め不良が発生する。
- ③ 打継目での充填状況が確認できず、未充填箇所が発生する恐れがある。

上記の不具合を防止するためには、生コンクリートが流動性だけでなく、材料分離抵抗性及び充填性に優れている必要がある。このため、高密度配筋部でも前述のSRC部と同様に、高流動コンクリートを使用した。

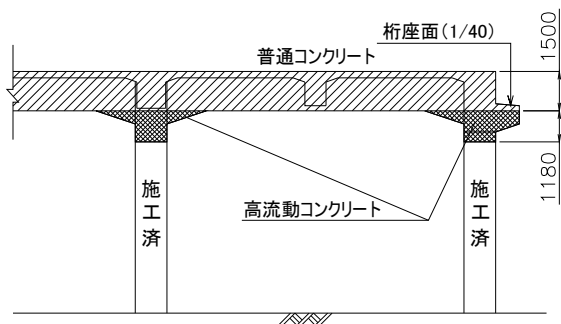


図-10 高流動コンクリート適用箇所

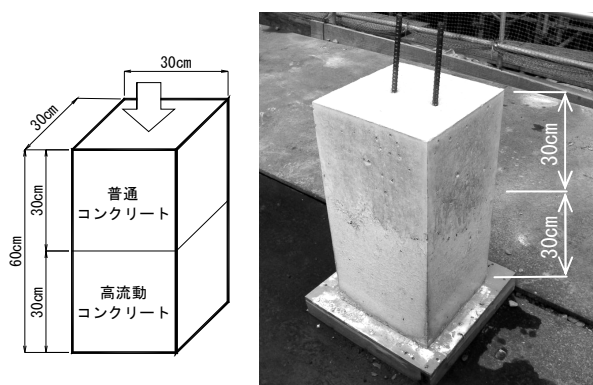


写真-8 異種配合コンクリート打重ね確認試験

図-10 に高流動コンクリートの適用箇所を示す。3章で記述したR12と同様に、R10, R11でもスラブ天端に排水勾配を設けるため、普通コンクリートで施工した。さらに、支承部の桁座面にも排水勾配（1/40）を設けるため、この部分も普通コンクリートを使用した。

(3)異種配合コンクリートの打重ね

a) 概要

前述の通り、R10, R11は異種配合コンクリートの打重ねとなる。しかし、打重ね位置が低くレイタンス処理が困難であるため、高流動コンクリートと普通コンクリートを同日に打設することとした。異種配合コンクリートの打重ねに伴い不具合が生じないか、事前に確認試験を実施した。

b) 確認試験

供試体は、寸法 30cm×30cm×60cm の型枠に高さ 30cm まで高流動コンクリートを打設し、その上に普通コンクリートを打設して製作した。高流動コンクリートはバイブレータによる振動締固めを行わず、普通コンクリートは振動締固めを行った。材令5日で脱型して目視確認したところ、写真-8に示すよう

表-5 曲げ強度試験

	CASE 1			CASE 2			CASE 3		
供試体寸法									
供試体製作方法	高さ26.5cmまで高流動コンクリートを打設（突き棒なし）し、その上に普通コンクリートを打設（突き棒あり、2層）する。打重ねは、先打ち部の深さ5cm程度まで突き棒を挿入し、締め固める。			高さ53cmまで普通コンクリートを4層に分けて打設する。各層にて突き棒で締め固める。			高さ53cmまで連続して高流動コンクリートを打設する。締固めは行わない。		
曲げ強度試験 (N/mm ²)	1	3.71	(平均)	3.95	(平均)	4.91	(平均)	4.64	
	2	3.92		3.33		4.56			
	3	3.20		4.56		4.45			

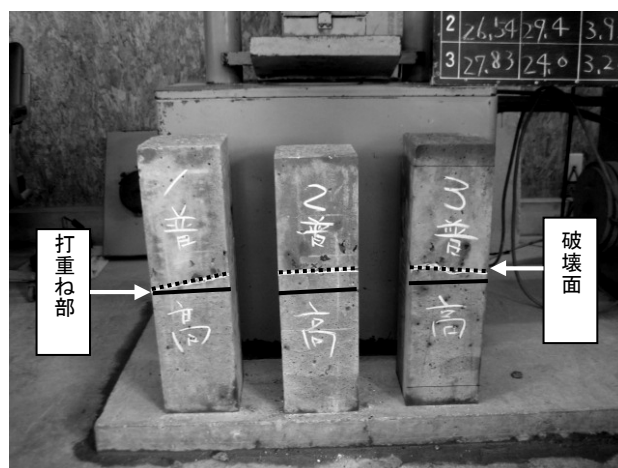


写真-9 CASE1 曲げ強度試験後の供試体

に打重ね部は一体化しており、色合いも目立った違いはなかった。

c) 曲げ強度試験

打重ね部の一体性を、曲げ強度試験で確認した。表-5に、供試体の種類、寸法、製作方法及び試験結果を示す。

各ケース各3本ずつ採取し、JIS A 1106 コンクリートの曲げ強度試験方法に準拠して、材令14日目に試験した。CASE1は写真-9のように、打重ね部ではなく普通コンクリート部で破壊した。曲げ強度はCASE1とCASE2がほぼ同等の結果となった。これらから、普通コンクリートと高流動コンクリートの同日

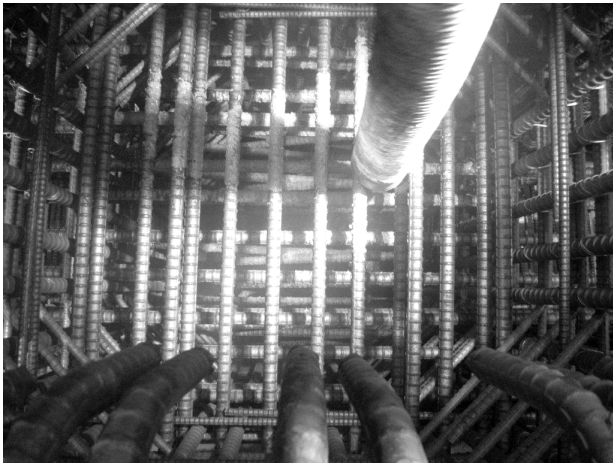


写真-10 高密度配筋部施工状況



写真-11 高密度配筋部施工後の外観

打重ねは、その打重ね部が構造上の弱点にならないことが確認できた。

(4) 高密度配筋部の打設

高流動コンクリート打設状況を写真-10に示す。高密度配筋部においてもコンクリートの流動性は良好であり、コンクリートは材料分離せずに構造物全体に充填できた。

施工後の外観を写真-11に示す。ジャンカ、気泡などの不良は見られなかった。打重ね部は一体化しており、色合いも目立った違いは無かった。

5. むすび

ラーメン高架橋のSRC部及び高密度配筋部に高流動コンクリートを採用することで、コンクリートの充填性を確保し、仕上り（美観）の良い構造物を施工できた。

今後の同種工事や高密度配筋のRC構造物においても、高流動コンクリートを使用することにより、不具合を防止できると考える。本論がその一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) (社)土木学会：コンクリートライブラリー93 高流動コンクリート施工指針，丸善(株)，pp.142-145，1998